

535,177

PCT/PTO 17 MAY 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
17 juin 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/050349 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :

B32B 15/01, B23K 1/00, B32B 1/04

(30) Données relatives à la priorité :

02/14932

28 novembre 2002 (28.11.2002) FR

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003376

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : USI-
NOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", La Défense 7,
11/13, cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR).

(22) Date de dépôt international :

14 novembre 2003 (14.11.2003)

(72) Inventeurs; et

(25) Langue de dépôt :

français

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BOUAZIZ,
Olivier [FR/FR]; 9, rue Pasteur, F-57000 Metz (FR).
DRILLET, Pascal [FR/FR]; 9, chemin de Banauvignes,
F-57160 Rozerieulles (FR). SARTINI, Jean-Claude

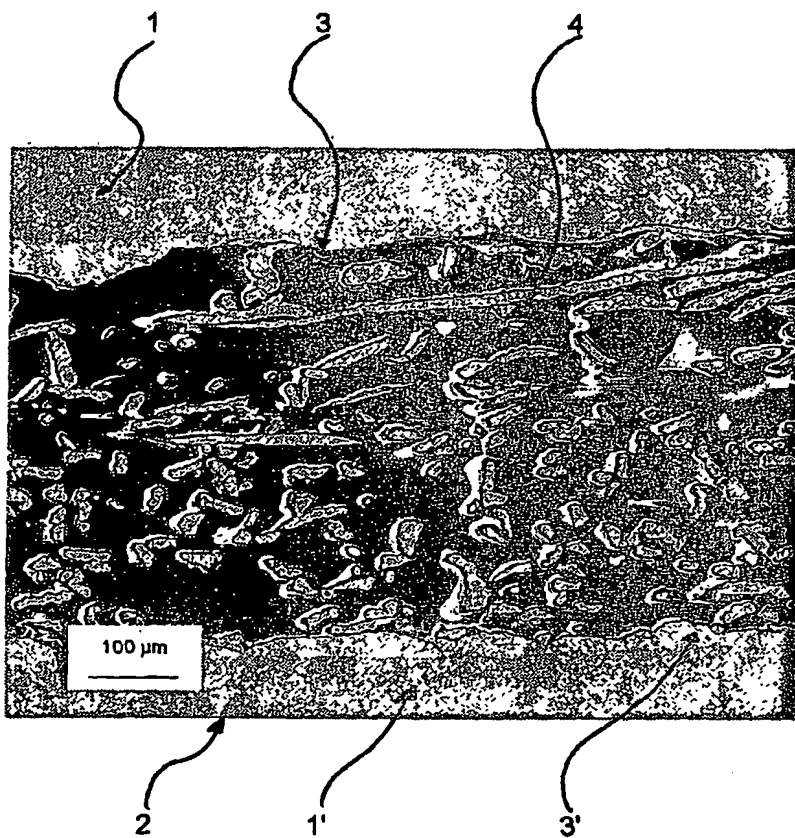
(26) Langue de publication :

français

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METALLIC SANDWICH SHEET

(54) Titre : TOLE SANDWICH METALLIQUE



(57) Abstract: The invention concerns a sandwich-type metal sheet (2), adapted to a forming and welding operation, and exhibiting excellent resistance at high temperatures, comprising two metal sheet facings (1, 1') having a melting point T_p , and a metallic core (4) having a melting point T_a , T_a capable of being equal to or different from T_p , whereby the core (4) has a density lower than the density of each of the facings (1, 1'), and the core (4) and each of the facings (1, 1') are mutually bound by means of a metallic binding agent (3, 3') having a melting point T_m lower than T_a and T_p . The invention also concerns a method for making said sandwich-type metal sheet (2), and its use in the automotive industry.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet une tôle sandwich (2), apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant deux parements en tôle métallique (1, 1') présentant un point de fusion T_p , et une âme métallique (4) présentant un point de fusion T_a , T_a pouvant être égal ou différent de T_p , selon laquelle l'âme (4) présente

une densité inférieure à la densité de chacun des parements (1,

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/050349 A1



[FR/FR]; 39, rue Pasteur, F-54590 Hussigny-Godbrange (FR).

(74) Mandataire : PLAISANT, Sophie; Usinor DIR PI, Immeuble "La Pacific", TSA 10001, F-92070 La Defense Cedex (FR).

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AU, AZ, BA, BB, BR, BY, BZ, CA, CN, CO, CR, CU, DM, DZ, EC, GD, GE, GH, GM, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, RU, SC, SD, SG, SL, SY, TJ, TM, TN, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

1'), et l'âme (4) et chacun des parements (1, 1') sont liés entre eux au moyen d'un agent de liaison métallique (3, 3') présentant un point de fusion Tm inférieur à Ta et à Tp. L'invention a également pour objet procédé de fabrication de cette tôle sandwich (2), ainsi que son utilisation dans le domaine automobile.

La présente invention concerne une tôle sandwich, apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant deux parements en tôle métallique et une âme métallique, son procédé de fabrication et son utilisation pour réaliser des
5 . pièces pour véhicules automobiles.

D'une façon générale, l'avantage principal des tôles sandwich par rapport aux tôles métalliques classiques réside dans le gain de poids auquel on parvient dans la réalisation de pièces ayant des spécifications de résistance mécaniques prédéterminées ; cet avantage est très important dans
10 les applications automobiles, notamment pour diminuer la consommation d'essence du véhicule.

Les tôles sandwich utilisées pour la fabrication de pièces pour véhicules automobiles doivent satisfaire non seulement à des exigences de soudage et de formage par exemple par emboutissage, pliage, sertissage, mais encore à
15 des exigences de tenue en température. En effet, lors de l'opération de mise en peinture de la tôle qui peut comprendre un traitement anti-corrosion préalable, on soumet la tôle à des températures élevées et pendant des durées suffisantes, généralement entre 140 et 220°C pendant 20 à 30 min, pour permettre la cuisson et/ou la réticulation des différentes couches de
20 revêtement appliquées.

A cet effet, on connaît des tôles sandwich comprenant deux parements en tôle métallique reliés par une âme formée par une couche à base de polymères comprenant une nappe textile continue de fibres polymères thermoplastiques imprégnée d'un matériau polymère thermodurci
25 d'imprégnation de la nappe et d'adhérence avec les parements. Ces tôles présentent une bonne formabilité ainsi qu'une bonne tenue à la température.

Cependant, elles présentent des inconvénients tels des variations d'épaisseur de la tôle sandwich, et des défauts d'adhésion de la nappe textile sur les parements en tôle métallique, car la nappe n'est pas homogène. Mais
30 surtout, ce type de tôles sandwich comprenant un polymère ne sont pas soudables, ou alors difficilement soudables avec en outre des dégagements de fumées toxiques, ce qui les rend incompatibles avec une utilisation pour la fabrication de pièces pour véhicules automobiles.

Outre ces inconvénients, le procédé de fabrication de ces tôles sandwich composites ne permet pas d'atteindre des niveaux de productivité acceptables, car l'étape d'adhésion de la nappe pré-imprégnée sur les parements en tôle métallique est une étape très lente.

5 Par le brevet FR 2 767 088, on connaît également des tôles sandwich composées de deux parements d'acier liés entre eux par une âme constituée d'une laine d'acier. La laine d'acier est jointe aux parements d'acier par soudage à arc à décharge de condensateur. Certes, ces tôles sandwich tout
10 acier sont parfaitement soudables et résistent à des températures largement supérieures à 160°C. Cependant le procédé de fabrication de telles tôles n'est pas réalisable industriellement, car pour obtenir le soudage de la laine d'acier sur le parement d'acier, il faut souder l'ensemble à une température supérieure à 1300°C. En outre, à ce niveau de température, la structure de l'acier change, ce qui n'est pas souhaitable si on veut conserver aux parements d'acier et à la
15 laine d'acier leurs caractéristiques mécaniques et leur aptitude au formage.

La présente invention a donc pour but remédier à ces inconvénients et de proposer des tôles sandwich formables et soudables, présentant une bonne tenue aux températures élevées et un bon aspect de surface, et dont le procédé de fabrication est facile à mettre en œuvre.

20 A cet effet, l'invention a pour objet une tôle sandwich, apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant deux parements en tôle métallique présentant un point de fusion T_p , et une âme métallique présentant un point de fusion T_a , T_a pouvant être égal ou différent de T_p , selon laquelle l'âme
25 présente une densité inférieure à la densité de chacun des parements, et en ce que l'âme et chacun des parements sont liés entre eux au moyen d'un agent de liaison métallique présentant un point de fusion T_m inférieur à T_a et à T_p .

La tôle sandwich selon l'invention peut également présenter les
30 caractéristiques suivantes :

- l'âme métallique occupe entre 10 et 80% du volume séparant les deux parements en tôle métallique,

- l'âme métallique occupe entre 20 et 60% du volume séparant les deux parements en tôle métallique,

- l'âme est constituée d'une laine métallique, d'un tricot métallique, d'un tissé métallique, d'une mousse métallique ou d'une éponge métallique,

5 - l'âme est en acier,

- les parements en tôle métallique sont en acier,

- les parements en tôle métallique et l'âme métallique sont en acier, et l'agent de liaison métallique est choisi parmi l'étain et ses alliages, le zinc et ses alliages, et l'aluminium et ses alliages.

10 L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une tôle sandwich, apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant deux parements en tôle métallique présentant une face interne et une face externe et présentant un point de fusion T_p , liés par une âme métallique présentant un point de fusion T_a , T_a pouvant être égal ou différent de T_p , la face interne de chacun
15 des deux parements étant située en regard de l'âme, selon lequel il comprend les étapes consistant à :

- intercaler l'âme métallique entre les deux parements en tôle métallique préalablement revêtus sur leur face interne par un revêtement métallique dont le point de fusion T_r est inférieur au point de fusion du parement en tôle métallique T_p et inférieur au point de fusion de l'âme métallique T_a ,
20 - chauffer l'ensemble formé par les deux parements en tôle métallique entre lesquels est intercalée l'âme métallique à une température T comprise entre le point de fusion du revêtement métallique T_r moins 50°C et le point de fusion du revêtement métallique T_r plus 200°C, dans des conditions de
25 vitesse et de durée telles que l'âme adhère à chacun des parements, et
- refroidir l'ensemble.

Le procédé de fabrication d'une tôle sandwich selon l'invention peut également présenter les caractéristiques suivantes :

- 30 - entre les étapes de chauffage et de refroidissement, on applique une pression sur l'ensemble formé des parements en tôle métallique et de l'âme métallique, ladite pression étant ajustée de manière à ne pas détériorer la structure de l'âme métallique,

- on chauffe l'ensemble formé des parements en tôle métallique et de l'âme métallique par induction,
 - l'épaisseur du revêtement métallique de chacun des parements en tôle métallique est comprise entre 5 et 350 μm ,
 - 5 - l'épaisseur du revêtement métallique de chacun des parements en tôle métallique est comprise entre 20 et 80 μm ,
 - la vitesse de chauffage de l'ensemble formé des parements en tôle métallique et de l'âme métallique est supérieure ou égale à 30°C/s,
 - la durée de chauffage de l'ensemble formé des parements en tôle
 - 10 métallique et de l'âme métallique est inférieure à 15 s,
 - le point de fusion du revêtement T_r est inférieur à 0,9 fois le point de fusion du parement en tôle métallique T_p et inférieur à 0,9 fois le point de fusion de l'âme métallique T_a ,
 - on procède au revêtement de la face interne de chacun des
 - 15 parements en tôle métallique par trempé à chaud dans un bain de métal liquide choisi parmi l'étain et ses alliages, le zinc et ses alliages, et l'aluminium et ses alliages,
 - les parements en tôle métallique sont en acier,
 - la densité de l'âme métallique est inférieure à la densité de chacun des
 - 20 parements en tôle métallique,
 - l'âme est constituée d'une laine métallique, d'un tricot métallique, d'un tissu métallique, d'une mousse métallique ou d'une éponge métallique,
 - la face externe d'au moins un des deux parements en tôle métallique (1,1') est revêtue par un revêtement dont le point de fusion T_e est supérieur au
 - 25 point de fusion du revêtement métallique revêtant la face interne de chacun des deux parements (1,1') T_r plus 200°C.
- L'invention a également pour objet l'utilisation de la tôle sandwich précédente pour la réalisation de pièces de carrosserie automobile mises en forme, peintes, puis traitées thermiquement.
- 30 L'invention a également pour objet le traitement thermique de ces pièces à plus de 160°C.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non

limitatif, en référence à l'unique figure annexée sur laquelle est représentée une vue en coupe d'une tôle selon l'invention.

L'invention consiste à utiliser la couche métallique revêtant la face interne du parement en tôle métallique, la face interne du parement étant située en regard de l'âme, comme élément brasant pour assurer l'adhésion entre le
5 parement en tôle métallique et l'âme métallique.

Comme présenté à la figure unique, chaque parement 1, 1' de la tôle sandwich 2 selon l'invention est constitué d'une tôle métallique présentant un point de fusion T_p , et d'épaisseur comprise, par exemple, entre 0,1 mm et 2
10 mm, de préférence comprise entre 0,2 mm et 0,5 mm. De préférence, on choisit des tôles en acier qui présentent de meilleures propriétés mécaniques que des tôles d'aluminium, et sont plus facilement emboutissables. Le type d'acier sera choisi en fonction de l'application à laquelle on destine la tôle sandwich 2, ainsi par exemple pour fabriquer un capot ou une portière on
15 choisira un acier au carbone, et pour fabriquer un tube de ligne d'échappement on choisira un acier inoxydable.

L'âme métallique 4 de la tôle sandwich 2 selon l'invention présente un point de fusion T_a égal ou différent au point de fusion T_p de chacun des parements 1, 1', et une densité inférieure à celle des parements 1, 1' de
20 manière à assurer l'allègement de la tôle 2.

Dans un mode de réalisation préféré, l'âme 4 est constituée d'une laine métallique, d'un tricot métallique, d'un tissé métallique, d'une mousse métallique ou d'une éponge métallique.

Dans un autre mode de réalisation préféré, elle occupe entre 10 et 80%
25 du volume séparant les deux parements en tôle métallique 1, 1', de préférence entre 20 et 60%, et présente une épaisseur comprise entre 0,5 et 2 mm.

Au-dessus de 80% d'occupation du volume inter-parement, le gain en poids de la tôle sandwich 2 résultante n'est pas suffisant.

En dessous de 10% d'occupation du volume inter-parement, l'âme 4
30 devient fragile et risque de s'écraser lors de la mise en forme de la tôle sandwich 2.

Entre 20 et 60% d'occupation du volume inter-parement, l'âme 4 offre un bon compromis entre gain en poids et résistance.

Le matériau de l'âme métallique 4 est de préférence l'acier, soit un acier au carbone, soit un acier inoxydable, car ce matériau présente une meilleure aptitude à la formabilité que l'aluminium par exemple.

La laine d'acier est obtenue par rasage, de préférence à l'état écroui, pour augmenter les caractéristiques mécaniques de la structure. Les brins de laine d'acier ont une longueur moyenne de 70 cm et leur diamètre peut varier de 50 à 500 μm . De préférence, le diamètre des brins de laine d'acier est d'environ 200 μm . Ce diamètre doit être homogène pour éviter les fragilisations qui conduisent à des brisures.

Le tricot en acier est constitué de plusieurs fils d'acier de diamètre compris entre 10 et 50 μm , tricotés ensemble.

Le tissé en acier est également constitué d'un ou plusieurs fils d'acier de diamètre compris entre 10 et 50 μm , tissés ensemble.

L'adhésion entre l'âme 4 et chacun des parements 1, 1' est assurée par un agent de liaison métallique 3, 3' présentant un point de fusion T_m inférieur au point de fusion de chacun des parements T_p et inférieur au point de fusion de l'âme T_a .

Lorsque l'âme 4 et les deux parements en tôle 1, 1' sont en acier, l'agent de liaison métallique 3, 3' est choisi parmi l'étain et ses alliages, le zinc et ses alliages, et l'aluminium et ses alliages.

L'agent de liaison métallique peut être sous forme soit d'une couche discontinue, soit de préférence d'une couche continue de manière à assurer la meilleure adhésion possible entre l'âme et les deux parements.

Ainsi, préalablement à la fabrication de la tôle sandwich, la face interne de chacun des deux parements en tôle métalliques est revêtue d'un revêtement métallique présentant un point de fusion T_r inférieur au point de fusion du parement en tôle métallique T_p , et inférieur au point de fusion de l'âme métallique T_a , de manière à ce que le revêtement en fondant, brase l'âme métallique. En effet, il est essentiel, pour assembler les parements en tôle métallique et l'âme métallique par brasage, que le point de fusion du revêtement métallique T_r , qui joue ici le rôle de métal d'apport, soit inférieur au point de fusion des parements T_p et au point de fusion de l'âme T_a , pour que

le matériau du revêtement fonde bien avant le matériau de l'âme et le matériau des parements en tôle.

De préférence, de manière à éviter tout risque de fusion du parement en tôle métallique 1, 1' et de l'âme métallique 4 en cas de chauffage trop important ou trop prolongé, la face interne de chacun des deux parements en tôle métallique 1, 1' est revêtue par un revêtement métallique dont le point de fusion T_r est de préférence inférieur à 0,9 fois le point de fusion de la tôle métallique T_p , et à 0,9 fois le point de fusion de l'âme métallique T_a .

A titre d'exemple, pour constituer une tôle sandwich comprenant deux parements en tôle d'acier avec une âme en acier, les parements sont revêtus sur au moins une de leur face par un revêtement métallique choisi parmi les matériaux suivants :

- étain : point de fusion 230°C,
- zinc : point de fusion 420°C,
- alliages de zinc, comme par exemple l'alliage zinc-aluminium contenant environ 5% en poids d'aluminium dont le point de fusion est de 381°C,
- l'aluminium et ses alliages, comme par exemple l'alliage aluminium-fer contenant 2 à 4% en poids de fer dont le point de fusion est d'environ 660°C, ou encore les alliages aluminium-silicium contenant 5 à 11% en poids de fer et 2 à 4% en poids de fer dont le point de fusion est d'environ 680°C.

On dépose sur la face interne de chacun des deux parements en tôle métallique 1,1' destinée à être mise en regard de l'âme, un revêtement métallique d'une épaisseur comprise entre 5 et 350 μm , soit par électrodéposition, soit par dépôt sous vide, soit de préférence par trempé à chaud dans un bain liquide du matériau de revêtement à l'état fondu.

Si l'épaisseur du revêtement métallique est inférieure à 5 μm , l'imprégnation de l'âme 4 par le revêtement lors du brasage, n'est pas suffisante ; par conséquent l'adhésion entre le parement en tôle métallique 1, 1' et l'âme 4 est insuffisante, et la tôle sandwich 2 risque de se délaminer.

En revanche revêtir la face interne du parement par un revêtement d'une épaisseur supérieure à 350 μm représente un surcoût, et de surcroît cela n'améliore pas l'adhésion entre l'âme 4 et les parements 1, 1'.

De préférence, l'épaisseur du revêtement métallique est comprise entre 20 et 80 μm . En effet, à ce niveau d'épaisseur, l'adhésion entre les parements 1, 1' et l'âme 4 est suffisante pour que la tôle sandwich 2 ne se délamine pas, même après une opération de formage sévère, comme par exemple le pliage.

5 Pour fabriquer la tôle sandwich 2 on procède comme suit :

- on intercale l'âme métallique 4 entre deux parements en tôles métalliques 1, 1' dont la face interne a été préalablement revêtue, de telle sorte que la face interne revêtue des parements 1, 1' soit en regard de l'âme 4,
- on chauffe l'ensemble formé par les deux parements en tôle métallique 1, 1' entre lesquels est intercalée l'âme métallique 4 à une température T comprise entre le point de fusion du revêtement métallique T_r moins 50°C et le point de fusion du revêtement métallique T_r plus 200°C, à une vitesse de chauffage de préférence supérieure ou égale à 30°C/s, et pendant une durée de préférence inférieure à 15 s, de manière à faire fondre le matériau du revêtement métallique, et
- on refroidit l'ensemble.

En se ramollissant ou en fondant, le matériau du revêtement métallique brase le parement 1, 1' sur l'âme métallique 4 par imprégnation de la surface de l'âme métallique 4, ce qui assure une adhérence mécanique à l'ensemble parements 1, 1'/âme 4. Le matériau métallique ramolli ou fondu imprègne les brins métalliques composant la laine, le tissé ou le tricot de l'âme 4 situés en surface. Si on chauffe l'ensemble formé par les deux parements 1, 1' et l'âme 4 à une température T inférieure au point de fusion du revêtement métallique T_r moins 50°C, le matériau du revêtement ne ramollit pas suffisamment et n'imprègne pas le matériau de l'âme 4. A ce niveau de température, le brasage entre le parement 1, 1' et l'âme 4 est impossible et on ne peut pas former la tôle sandwich 2.

Si on chauffe l'ensemble à une température T supérieure au point de fusion du revêtement métallique T_r plus 200°C, alors on risque de porter le matériau du revêtement à l'ébullition. Une partie du matériau de revêtement s'échappe hors de la tôle sandwich 2 en s'égouttant sur les bords libres des parements, ce qui rend le revêtement non uniforme et par conséquent empêche une bonne solidarisation du parement 1, 1' sur l'âme 4.

En chauffant l'ensemble à une température T comprise entre le point de fusion du revêtement plus 50°C et le point de fusion du matériau plus 100°C, on assure une bonne fusion du matériau du revêtement métallique, et on obtient une très bonne adhésion de l'âme 4 sur les parements 1, 1' sans risque de délamination ultérieure, et sans risque de voir le matériau de revêtement s'échapper.

Si la vitesse de chauffage est inférieure à 30°C/s, il faut pour obtenir un ramollissement ou une fusion complète du matériau du revêtement maintenir la température de chauffage Tr pendant une durée supérieure à 15 s, ce qui est pénalisant pour la productivité.

Lorsque la durée du chauffage est supérieure à 15 s, l'âme métallique composée de laine, de tissé, de tricot, de mousse ou d'éponge commence à absorber une partie du matériau du revêtement, ce qui dégrade l'adhérence entre l'âme 4 et les parements 1, 1'.

De préférence la durée du chauffage est inférieure à 3 s.

Pour chauffer l'ensemble formé par les parements 1, 1' et l'âme 4, et par suite faire ramollir ou fondre le revêtement métallique revêtant les parements 1, 1', on place de part et d'autre de l'ensemble, et sur toute sa largeur, au moins un élément chauffant, comme par exemple un inducteur.

Selon un autre mode de réalisation, l'ensemble formé par les parements 1, 1' et l'âme 4 est chauffé par calandrage entre deux cylindres chauffés.

Pour améliorer l'adhérence entre les parements 1, 1' et l'âme 4, on applique une pression sur la tôle sandwich 2 en ajustant la pression de manière à ne pas détériorer la structure de l'âme 4, et à ne pas déformer les parements 1, 1'. La pression appliquée sur la tôle sandwich 2 doit être suffisamment faible pour que, par exemple, la laine métallique ou le tricot métallique ne n'écrase pas et conserve ainsi l'intégrité de ses caractéristiques mécaniques.

Cette pression peut être appliquée par les cylindres de calandrage, par projection d'un fluide de part et d'autre de l'ensemble parements 1, 1'/âme 4, ou encore en faisant défiler l'ensemble parements 1, 1'/âme 4 sur un cylindre aimanté.

Les modes de réalisation de la tôle sandwich 2 selon l'invention qui viennent d'être décrits ne sont pas limitatifs.

En effet, préalablement à la fabrication de la tôle sandwich, il est également possible de revêtir la face externe d'au moins un des deux
5 parements en tôle métallique 1,1' par un revêtement dont le point de fusion T_e est supérieur au point de fusion du revêtement métallique revêtant la face interne de chacun des deux parements 1,1' T_r plus 200°C. Si l'on souhaite mettre en oeuvre des parements 1,1' revêtus sur leur face externe, il faut en effet veiller à ce que le revêtement utilisé ne fonde pas lorsqu'on chauffe
10 l'ensemble formée par les deux parements entre lesquels est intercalée l'âme métallique 4.

Typiquement, dans ce cas la face interne des parements 1,1' sera revêtue d'une couche de zinc et la face externe des parements 1,1' sera revêtue d'une couche d'alliage aluminium-fer, ou aluminium-silicium.

15 Cependant, le plus souvent, avant de fabriquer la tôle sandwich 2, le parement de tôle 1,1' ne sera revêtu que sur sa face interne, et le revêtement de la face externe des parements 1,1' ne sera effectué, par exemple dans un bain d'électrodéposition, que lorsque la tôle sandwich 2 aura été fabriquée.

20 La mise en forme de la tôle sandwich 2 selon l'invention est réalisée de préférence par emboutissage, pliage ou profilage. Lorsque l'âme 4 est constituée d'un métal présentant une bonne ductilité, comme par exemple l'acier, la tôle sandwich 2 selon l'invention résiste à des conditions sévères d'emboutissage et/ou de pliage et/ou de profilage. Cela permet d'utiliser la tôle
25 sandwich 2 selon l'invention pour réaliser des pièces de carrosserie automobile mises en forme, comme par exemple des capots, des portières ou des tubes de ligne d'échappement.

Ces pièces sont ensuite, notamment dans le cas des pièces visibles, peintes, puis traitées thermiquement.

30 Préalablement à l'opération de mise en peinture, la tôle sandwich 2 peut subir un pré-traitement anticorrosion du type cataphorèse. L'application de la peinture peut ensuite être appliquée par dépose de poudre (électrostatique, lit fluidisé...), ou par projection ou enduction d'une peinture liquide en solution ou

d'une nappe polymère fondue. Enfin, la tôle sandwich 2 est traitée à des températures supérieures à 160°C, de préférence supérieures à 180°C, températures qu'on atteint généralement lors des étapes de cuisson des pré-traitements anti-corrosion ou de la cuisson de la peinture elle-même.

5 Les tôles sandwich 2 obtenues selon ce procédé présentent par rapport aux tôles sandwich constituées d'une laine métallique soudée entre deux parements métalliques, les avantages suivants :

- procédé de fabrication moins consommateur d'énergie,
- pas de modification de la structure des parements en tôle métallique 1, 1' et de l'âme métallique 4. En effet, dans un mode de réalisation préféré de la tôle sandwich 2 selon l'invention, où les parements en tôle 1, 1' sont en acier, le brasage du parement en acier sur l'âme métallique 4 n'est jamais effectué à une température supérieure à 700°C. Or, à ce niveau de température la microstructure de l'acier ne se modifie pas, et conserve toutes ses propriétés, par exemple un acier dual-phase conservera sa structure. Selon l'art antérieur, un soudage avec une température de 1300°C fait fondre le parement en tôle d'acier (ainsi que l'âme métallique si elle est en acier par exemple) et lors du refroidissement l'acier risque de perdre sa structure et donc ses caractéristiques mécaniques. Par exemple un acier de type dual-phase chauffé à 1300°C se transforme, lors de son refroidissement, en martensite qui est dure et cassante, et donc pas apte à l'emboutissage.

25 En outre, les tôles sandwich selon l'invention présentent par rapport aux tôles sandwich constituées d'une âme comprenant un polymère les avantages suivants :

- excellente soudabilité sans rejet de composés organiques volatils,
- excellente aptitude à la mise en forme par différentes techniques comme par exemple le pliage, l'emboutissage ou le profilage, sans risque de délamination,
- 30 - excellente tenue aux températures élevées, notamment aux températures supérieures à 200°C, ce qui permet de traiter ces tôles sandwich par cataphorèse,
- excellente recyclabilité.

Outre une tenue en température et une facilité de mise en forme, les tôles sandwich selon l'invention présentent les principaux avantages suivants :

- de bonnes performances mécaniques en terme de rigidité des tôles et des pièces réalisées par mise en forme de ces tôles,
- 5 - de bonnes performances mécaniques des pièces formées notamment en fatigue et au choc,
- un bon aspect de surface des tôles obtenues, même après mise en forme.

REVENDICATIONS

- 1- Tôle sandwich (2), apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant :
- 5 - deux parements en tôle métallique (1, 1') et présentant un point de fusion T_p , et
 - une âme métallique (4) présentant un point de fusion T_a , T_a pouvant être égal ou différent de T_p , caractérisée en ce que l'âme (4) présente une densité inférieure à la densité de chacun des parements (1, 1'), et en ce
 - 10 que l'âme (4) et chacun des parements (1, 1') sont liés entre eux au moyen d'un agent de liaison métallique (3, 3') présentant un point de fusion T_m inférieur à T_a et à T_p .
- 2- Tôle sandwich (2) selon la revendication 1, caractérisée en ce que
- 15 l'âme métallique (4) occupe entre 10 et 80% du volume séparant les deux parements en tôle métallique (1, 1').
- 3- Tôle sandwich (2) selon la revendication 2, caractérisée en ce que
- 20 l'âme métallique (4) occupe entre 20 et 60% du volume séparant les deux parements en tôle métallique (1, 1').
- 4- Tôle sandwich (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'âme (4) est constituée d'une laine métallique, d'un tricot métallique, d'un tissé métallique, d'une mousse métallique ou d'une
- 25 éponge métallique.
- 5- Tôle sandwich (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'âme (4) est en acier.
- 30 6- Tôle sandwich (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les parements en tôle métallique (1, 1') sont en acier.

7- Tôle sandwich (2) selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce que les parements en tôle métallique (1, 1') et l'âme métallique (4) sont en acier, et l'agent de liaison métallique (3, 3') est choisi parmi l'étain et ses alliages, le zinc et ses alliages, et l'aluminium et ses alliages.

- 8- Procédé de fabrication d'une tôle sandwich (2), apte à une opération de formage et de soudage, et présentant une excellente tenue aux températures élevées, comprenant deux parements en tôle métallique (1, 1') présentant une face interne et une face externe et présentant un point de fusion T_p , liés par une âme métallique (4) présentant un point de fusion T_a , T_a pouvant être égal ou différent de T_p , la face interne de chacun des deux parements étant située en regard de l'âme, caractérisé en ce que qu'il comprend les étapes consistant à :
- 15 - intercaler l'âme métallique (4) entre les deux parements en tôle métallique (1, 1') préalablement revêtus sur leur face interne par un revêtement métallique dont le point de fusion T_r est inférieur au point de fusion du parement en tôle métallique T_p et inférieur au point de fusion de l'âme métallique T_a ,
 - 20 - chauffer l'ensemble formé par les deux parements en tôle métallique (1, 1') entre lesquels est intercalée l'âme métallique (4) à une température T comprise entre le point de fusion du revêtement métallique T_r moins 50°C et le point de fusion du revêtement métallique T_r plus 200°C, dans des conditions de vitesse et de durée telles que l'âme adhère (4) à chacun des
 - 25 parements (1, 1'), et
 - refroidir l'ensemble.

9- Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'entre les étapes de chauffage et de refroidissement, on applique une pression sur l'ensemble formé des parements en tôle métallique (1,1') et de l'âme métallique (4), ladite pression étant ajustée de manière à ne pas détériorer la structure de l'âme métallique (4).

10- Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en qu'on chauffe l'ensemble formé des parements en tôle métallique (1,1') et de l'âme métallique (4) par induction.

5 11- Procédé selon l'une quelconques des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'épaisseur du revêtement métallique de chacun des parements en tôle métallique (1, 1') est comprise entre 5 et 350 μm .

10 12- Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'épaisseur du revêtement métallique de chacun des parements en tôle métallique (1, 1') est comprise entre 20 et 80 μm .

15 13- Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en que la vitesse de chauffage de l'ensemble formé des parements en tôle métallique (1, 1') et de l'âme métallique (4) est supérieure ou égale à 30°C/s.

20 14- Procédé selon l'une quelconques des revendications 8 à 13, caractérisé en que la durée de chauffage de l'ensemble formé des parements en tôle métallique (1, 1') et de l'âme métallique (4) est inférieure à 15 s.

25 15- Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que le point de fusion du revêtement T_r est inférieur à 0,9 fois le point de fusion du parement en tôle métallique T_p et inférieur à 0,9 fois le point de fusion de l'âme métallique T_a .

30 16- Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce qu'on procède au revêtement de la face interne de chacun des parements en tôle métallique (1, 1') par trempé à chaud dans un bain de métal liquide choisi parmi l'étain et ses alliages, le zinc et ses alliages, et l'aluminium et ses alliages.

17- Procédé selon l'une quelconques des revendications 8 à 16, caractérisé en ce que les parements en tôle métallique (1, 1') sont en acier.

5 18- Procédé selon l'une quelconques des revendications 8 à 17, caractérisé en ce que la densité de l'âme métallique (4) est inférieure à la densité de chacun des parements en tôle métallique (1, 1').

10 19 - Procédé selon la revendication 18, caractérisée en ce que l'âme (4) est constituée d'une laine métallique, d'un tricot métallique, d'un tissé métallique, d'une mousse métallique ou d'une éponge métallique.

15 20 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 19, caractérisée en ce que la face externe d'au moins un des deux parements en tôle métallique (1,1') est revêtue par un revêtement dont le point de fusion T_e est supérieur au point de fusion du revêtement métallique revêtant la face interne de chacun des deux parements (1,1') T_r plus 200°C.

20 21- Tôle sandwich susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 20.

22- Utilisation de la tôle sandwich (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, et 21, pour la réalisation de pièces de carrosserie automobile mises en forme, peintes, puis traitées thermiquement.

25 23- Pièce obtenue selon la revendication 22, caractérisée en qu'elle est traitée thermiquement à plus de 160°C.

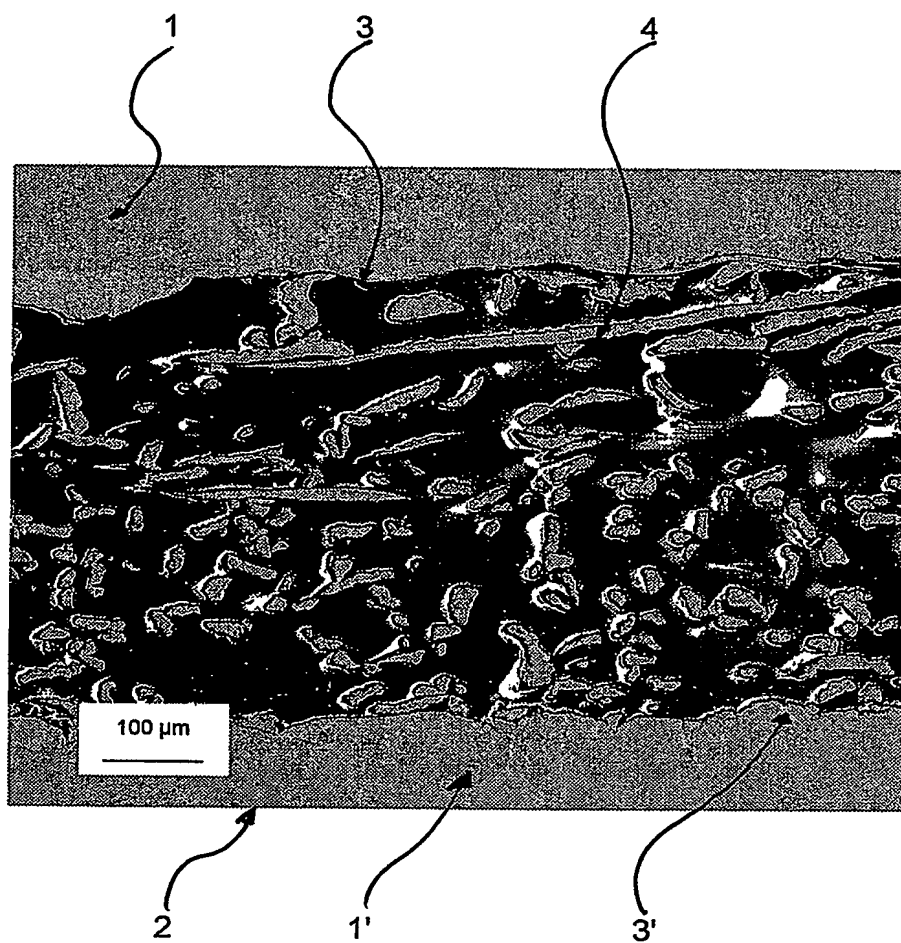


Figure unique

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No

PCT/FR 03/03376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B32B15/01 B23K1/00 B32B1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B32B B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | EP 0 895 852 A (USINOR) 10 February 1999 (1999-02-10) cited in the application claims 1-5 | 1-7, 21-23 |
| Y | EP 0 355 046 A (ALLEGHENY LUDLUM CORP) 21 February 1990 (1990-02-21) claims 1,2 | 8-20 |
| Y | EP 0 888 881 A (LORRAINE LAMINAGE) 7 January 1999 (1999-01-07) column 6, line 5-58; claim 1 | 1-23 |
| A | FR 2 292 181 A (WANNER ISOFI ISOLATION) 18 June 1976 (1976-06-18) claims 1-6 | 1-8 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2004

Date of mailing of the international search report

29/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chebeleu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/FR 03376

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0895852 | A | 10-02-1999 | FR 2767088 A1 | 12-02-1999 |
| | | | AT 224299 T | 15-10-2002 |
| | | | AU 742249 B2 | 20-12-2001 |
| | | | AU 7733198 A | 18-02-1999 |
| | | | BR 9802853 A | 13-10-1999 |
| | | | CA 2244510 A1 | 06-02-1999 |
| | | | CN 1212925 A | 07-04-1999 |
| | | | DE 69808003 D1 | 24-10-2002 |
| | | | DE 69808003 T2 | 30-04-2003 |
| | | | EP 0895852 A1 | 10-02-1999 |
| | | | ES 2183301 T3 | 16-03-2003 |
| | | | ID 20803 A | 04-03-1999 |
| | | | JP 11123790 A | 11-05-1999 |
| | | | TW 407110 B | 01-10-2000 |
| | | | US 6387535 B1 | 14-05-2002 |
| | | | ZA 9807004 A | 08-02-1999 |
| EP 0355046 | A | 21-02-1990 | US 4906305 A | 06-03-1990 |
| | | | BR 8903651 A | 13-03-1990 |
| | | | DE 68912683 D1 | 10-03-1994 |
| | | | DE 68912683 T2 | 09-06-1994 |
| | | | EP 0355046 A2 | 21-02-1990 |
| | | | ES 2049322 T3 | 16-04-1994 |
| | | | JP 2095842 A | 06-04-1990 |
| | | | JP 2525055 B2 | 14-08-1996 |
| | | | KR 134193 B1 | 18-04-1998 |
| | | | MX 165060 B | 20-10-1992 |
| EP 0888881 | A | 07-01-1999 | US 5055362 A | 08-10-1991 |
| | | | FR 2765142 A1 | 31-12-1998 |
| | | | CA 2242142 A1 | 30-12-1998 |
| FR 2292181 | A | 18-06-1976 | EP 0888881 A1 | 07-01-1999 |
| | | | FR 2292181 A1 | 18-06-1976 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 03/03376

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B32B15/01 B23K1/00 B32B1/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B32B B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| Y | EP 0 895 852 A (USINOR) 10 février 1999 (1999-02-10) cité dans la demande revendications 1-5 | 1-7, 21-23 |
| Y | EP 0 355 046 A (ALLEGHENY LUDLUM CORP) 21 février 1990 (1990-02-21) revendications 1,2 | 8-20 |
| Y | EP 0 888 881 A (LORRAINE LAMINAGE) 7 janvier 1999 (1999-01-07) colonne 6, ligne 5-58; revendication 1 | 1-23 |
| A | FR 2 292 181 A (WANNER ISOFI ISOLATION) 18 juin 1976 (1976-06-18) revendications 1-6 | 1-8 |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Chebeleu, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres des familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03376

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|------------------------|
| EP 0895852 | A | 10-02-1999 | FR 2767088 A1 | 12-02-1999 |
| | | | AT 224299 T | 15-10-2002 |
| | | | AU 742249 B2 | 20-12-2001 |
| | | | AU 7733198 A | 18-02-1999 |
| | | | BR 9802853 A | 13-10-1999 |
| | | | CA 2244510 A1 | 06-02-1999 |
| | | | CN 1212925 A | 07-04-1999 |
| | | | DE 69808003 D1 | 24-10-2002 |
| | | | DE 69808003 T2 | 30-04-2003 |
| | | | EP 0895852 A1 | 10-02-1999 |
| | | | ES 2183301 T3 | 16-03-2003 |
| | | | ID 20803 A | 04-03-1999 |
| | | | JP 11123790 A | 11-05-1999 |
| | | | TW 407110 B | 01-10-2000 |
| | | | US 6387535 B1 | 14-05-2002 |
| | | | ZA 9807004 A | 08-02-1999 |
| EP 0355046 | A | 21-02-1990 | US 4906305 A | 06-03-1990 |
| | | | BR 8903651 A | 13-03-1990 |
| | | | DE 68912683 D1 | 10-03-1994 |
| | | | DE 68912683 T2 | 09-06-1994 |
| | | | EP 0355046 A2 | 21-02-1990 |
| | | | ES 2049322 T3 | 16-04-1994 |
| | | | JP 2095842 A | 06-04-1990 |
| | | | JP 2525055 B2 | 14-08-1996 |
| | | | KR 134193 B1 | 18-04-1998 |
| | | | MX 165060 B | 20-10-1992 |
| EP 0888881 | A | 07-01-1999 | US 5055362 A | 08-10-1991 |
| | | | FR 2765142 A1 | 31-12-1998 |
| | | | CA 2242142 A1 | 30-12-1998 |
| FR 2292181 | A | 18-06-1976 | EP 0888881 A1 | 07-01-1999 |
| | | | FR 2292181 A1 | 18-06-1976 |